

Estudis ecoepidemiològics de quiròpters a les illes balears (1993-2014)

Jordi SERRA-COBO¹ i Marc LÓPEZ-ROIG¹

¹ Departament de Biologia Animal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Centre de Recerca en Infeccions Víriques, Illes Balears (CRIVIB). Institut de Recerca de la Biodiversitat, Universitat de Barcelona. serracobo@areambiental.com

Resum

L'article presenta una part dels resultats dels estudis ecoepidemiològics fets en les poblacions de ratapinyades de les Illes Balears des del 1993 fins el 2014. S'han efectuat seguiments a poblacions de ratapinyades de Mallorca i de Menorca i s'han anellat individus per poder conèixer els moviments estacionals i estimar paràmetres demogràfics. Els estudis epidemiològics s'han fet a partir d'anàlisis serològiques i de detecció d'ARN víric emprant la tècnica de la nRT-PCR.

El treball aporta informació sobre les colònies de la cova d'en Curt, la cova Marina de ses Ratapinyades, les coves d'es Pilar, la cova de sa Guitarreta i la cova de ses Ratapinyades. S'han anellat 4.818 individus des de 1996 fins l'estiu del 2014 i s'han fet 2.038 recaptures (42%). S'han comprovat 43 trajectes diferents: 18 a *Miniopterus schreibersii*, 13 a *Myotis capaccinii*, 8 a *Rhinolophus ferrumequinum*, 3 a *Myotis myotis* i 1 a *Myotis emarginatus*.

S'ha detectat la presència d'*European Bat Lyssavirus* tipus 1 (EBLV-1) a les colònies de ratapinyades de les coves des Curt, Murada, de ses Ratapinyades, de sa Guitarreta i des Pilar. S'han trobat individus seropositius a les espècies següents: *M. myotis*, *M. escalerae*, *M. capaccinii*, *M. schreibersii*, *R. ferrumequinum* i *Tadarida teniotis*. S'ha obtingut ARN d'EBLV-1 a *M. myotis*, *Myotis escalerae*, *M. schreibersii*, *R. ferrumequinum* i *T. teniotis*. La seroprevalença contra EBLV-1 varia àmpliament segons sigui el mes de l'any, la família de la ratapinyada, la mida de la colònia i el nombre d'espècies que hi ha al refugi. A partir de les dades ecoepidemiològiques s'ha elaborat un model matemàtic per descriure la dinàmica de la circulació de EBLV-1 en colònies de ratapinyades, el qual ha mostrat que EBLV-1 no pot persistir si no existeix transmissió vírica entre *M. schreibersii* i les altres espècies de ratapinyades que es refugien a les mateixes coves.

Els resultats indiquen que si prossegueix la tendència a concentrar els individus de les poblacions en unes poques colònies grans, probablement també augmentaria la probabilitat de tenir colònies on hi circulés EBLV-1. Aquest factor s'hauria de tenir en compte a l'hora de gestionar les colònies de ratapinyades.

Introducció

Les ratapinyades són mamífers placentaris agrupades en l'ordre dels quiròpters, nom d'origen grec que significa mans alades (keir = mà, pteron = ala). És un grup de mamífers relativament antic que va aparèixer a l'hemisferi nord fa uns 64-65 milions d'anys, quan els continents eren molt més a prop els uns dels altres (Teeling *et al.*, 2005). Aquest fet hauria facilitat l'expansió dels quiròpters a la major part del planeta (a excepció de les regions polars). Trobem ratapinyades als oasis dels deserts, a les selves tropicals i subtropicals, a les planes properes al mar o a les serralades de muntanyes relativament altes, a les illes allunyades dels continents, a les regions temperades o a les regions boreals. El grup dels quiròpters s'ha diversificat molt en el decurs de la seva història evolutiva. Així doncs, no és estrany que trobem un ampli ventall d'espècies adaptades a un variat espectre d'ambients i de recursos alimentaris. Actualment s'han descrit unes 1.150 espècies arreu del món i constitueixen aproximadament el 21 % de totes les espècies de mamífers conegudes. Cada any es descriuen noves ratapinyades, que es descobreixen no tant sols a les regions tropicals i subtropicals, si no també a les regions temperades.

Les ratapinyades són l'únic grup de mamífers adaptat al domini aeri. Contràriament a la creença popular, les ratapinyades no són cegues.

Això no obstant, per orientar-se i caçar en la foscor han desenvolupat un sofisticat sistema d'emissió i recepció d'ultrasons, és el que anomenem ecolocalització. Es poden distingir dos grups d'espècies segons els tipus d'ultrasons que emeten: els de freqüència constant (les ratapinyades de ferradura) que emeten els ultrasons pel nas i els de freqüència modulada (agrupa la resta de ratapinyades) que emeten els senyals ultrasònics per la boca, modulant la freqüència segons sigui l'obertura de la boca i la posició de la llengua. El tipus d'ultrasons emesos condiciona l'etologia i l'ecologia de l'espècie emissora.

Les singulars adaptacions al domini aeri, el desenvolupament d'un sofisticat sistema de sonar en la majoria d'espècies i el tipus de recursos alimentaris que capturen, fan dels quiròpters un dels grups de vertebrats amb major valor ecològic. La majoria de les ratapinyades de Balears depreden grans quantitats d'insectes i contribueixen a regular les poblacions de les espècies que cacen. Algunes d'aquestes insectes poden originar plagues forestals, com per exemple la processonària del pi o la papallona de l'eruga de l'alzina, d'altres són vectors potencials de malalties, com per exemple els moscards. La importància ecològica dels quiròpters justifica que, a les Illes Balears, totes les espècies siguin protegides i que la Unió Europea hagi inclòs tots els quiròpters en l'annex de la Directiva de 1992 corresponent a les espècies d'interès

comunitari que requereixen protecció estricta. Els quiròpters són molt sensibles a les alteracions ambientals. Els seus refugis solen ser vulnerables a un ampli ventall d'amenaques fet que ha conduït aquests darrers anys a la pèrdua i a la fragmentació del seus hàbitats (Serra-Cobo *et al.*, 2007; 2009; 2011). L'augment de la freqüència humana a les coves i avencs, els incendis forestals, la restauració de cases de camp i esglésies, els canvis de temperatura, la creixent urbanització i les pluges torrencials fora d'època són alguns dels factors que incideixen negativament sobre les poblacions de quiròpters (Jones *et al.*, 2009; Serra-Cobo *et al.*, 2009; 2011). La tendència global de les poblacions de quiròpters queda palesa en les darreres dades presentades per la IUCN, en les que el 23% de les 1.150 espècies de quiròpters del món estan considerades en regressió (IUCN, 2014; <http://www.iucnredlist.org>). La gran sensibilitat i el nivell tròfic que ocupen fan dels quiròpters uns bons indicadors per detectar els canvis ambientals.

L'estudi dels quiròpters ha adquirit els darrers anys un interès que va més enllà dels treballs ecològics i faunístics. Les ratapinyades també tenen gran interès en salut pública. Són molts i diversos els patògens que s'han aïllat en els quiròpters, alguns dels quals poden infectar l'espècie humana. Les ratapinyades són un important reservori de zoonosis víriques emergents, com per exemple les provocades pels lyssavirus, els coronavirus, el virus Chikungunya, els virus influenza, el virus Ebola, el virus Marburg, el virus del Nil occidental, els virus Hendra i Nipah, virus de l'encefalitis de Sant Louis i els Hantavirus, entre d'altres (Calisher *et al.*, 2006; Drexler *et al.*, 2011; Serra-Cobo *et al.*, 2013). Els quiròpters poden estar persistentment infectats amb diversos virus però rarament mostren símptomes de la malaltia. Ens trobem davant d'un interessant exemple de coevolució entre paràsit i hoste.

L'estructura i la funcionalitat dels ecosistemes estan canviant arreu a un ritme sense precedents. És per aquest motiu que els seguiments a mig i llarg termini de les poblacionals de les espècies són imprescindibles per observar tendències demogràfiques, determinar l'estat de conservació, conèixer l'evolució de l'estat sanitari de les espècies i detectar a temps possibles alteracions. En definitiva són necessaris per avaluar la magnitud dels canvis i poder prendre mesures correctores a temps, en cas de que aquestes siguin necessàries. Però són especialment importants els seguiments d'espècies sentinelles capaces de proporcionar informació sobre canvis ambientals i epidemiològics. En aquest

sentit, la majoria de les espècies de quiròpters compleixen aquests requisits i són bones bioindicadores de canvis ambientals. Però els quiròpters tenen una funció molt important com a reservori de virus i, per tant, també són indicadors del que podríem anomenar "situació epidemiològica ambiental".

El nostre equip inicià els primers estudis quiropterològics a Balears l'any 1993, d'aleshores ençà i de forma continuada hem anat fent treballs sobre l'ecologia, la biologia i l'epidemiologia de les ratapinyades de les Illes Balears (Amengual *et al.*, 2007a; 2007b; 2007c; 2008; Serra-Cobo *et al.*, 2002; 2006; 2007; 2008a; 2008b; 2008c; 2009; 2011; 2013; Pons-Salort *et al.*, 2014). Presentem en aquest article el resultat d'una part dels estudis fets els darrers 22 anys, els quals han estat realitzats amb estreta col·laboració amb el servei de Protecció d'Espècies del Govern de les Illes Balears i en els que hi ha participat en Joan Oliver.

Material i mètodes

Estudis ecològics

Els seguiments s'han dut a terme en poblacions de ratapinyades de Mallorca i Menorca, si bé també s'han fet prospeccions per conèixer la distribució de les espècies a Eivissa, Cabrera, sa Dragonera i alguns illots com ara sa Conillera (Serra-Cobo *et al.*, 2011). Les prospeccions de refugis per fer els seguiments han consistit en exploracions de coves, avencs i mines. La captura de quiròpters ha permès identificar directament les espècies, anotar el sexe, l'estat reproductor (gestant o lactant), prendre mesures, anellar algunes espècies i obtenir mostres biològiques per a anàlisis sanitàries. La manipulació de les ratapinyades ha estat molt ràpida i els individus han estat amollats en el mateix lloc de captura.

L'anellatge ha permès estudiar la dinàmica poblacional i l'estat sanitari de *Miniopterus schreibersii* (ratapinyada de cova), de *Myotis capaccinii* (ratapinyada de peus grans), de *Myotis myotis* (ratapinyada de musell llarg), de *Myotis escalerai* (ratapinyada d'Escalera) i de *Rhinolophus ferrumequinum* (ratapinyada de ferradura grossa). El marcatge de les ratapinyades s'ha fet amb anelles especials per a quiròpters de dues mides diferents: les anelles petites, de 2,8 mm de diàmetre, s'han fet servir per a *M. capaccinii* i *M. escalerai*, mentre les de mida més gran de 3,5 mm de diàmetre, s'han emprat per marcar *M. schreibersii*, *R. ferrumequinum* i *M. myotis*.

La metodologia basada en la captura-marcatge-recaptura d'individus i la següent anàlisi amb el programa Mark 5.0 (White i Burnham, 1999),

ens ha donat informació sobre els moviments estacionals i els paràmetres demogràfics. En aquest sentit, les dades obtingudes utilitzant aquesta metodologia durant més de 19 anys, ha permès estimar les taxes de supervivència i de mortalitat de diverses poblacions de ratapinyades i la mida de les colònies. S'han estudiat els desplaçaments estacionals de *M. schreibersii*, *M. capaccinii*, *M. myotis*, *M. emarginatus* i *R. ferrumequinum*.

El treball de camp per conèixer els desplaçaments estacionals s'ha planificat a partir de l'anàlisi de les característiques fisiogràfiques i biòtiques de l'àrea a prospectar i del cicle anual de les ratapinyades.

L'anellatge de quiròpters també ens ha permès obtenir dades epidemiològiques sobre l'evolució de l'estat sanitari de les colònies i la relació entre la dinàmica de les poblacions de ratapinyades i la dinàmica del *European Bat Lyssavirus* tipus 1 (EBLV-1) (Serra-Cobo et al., 2002; 2009; Amengual et al., 2007; Pons-Salort et al., 2014).

Per d'identificar els factors ecològics associats a la prevalença d'anticossos d'EBLV-1, s'ha analitzat la probabilitat de que una ratapinyada sigui seropositiva per a EBLV-1 en funció de cinc variables explicatives: tàxon (família de ratapinyada), mes (període d'abril a octubre), sexe, mida de la colònia categoritzada (petita menor de 100 individus, mitjana de 100 a 500 i gran més de 500) i riquesa d'espècies en un mateix refugi (Serra-Cobo et al., 2013).

Utilitzant les dades dels seguiments ecològics de les poblacions de ratapinyades de Balears i basant-se en un patró metapoblacional de distribució de les espècies, s'ha desenvolupat un model matemàtic per descriure la dinàmica de la circulació d'EBLV-1 en les colònies de ratapinyades. El model s'ha utilitzat per examinar els factors que determinen la persistència d'EBLV-1 i ha tingut en compte tres enfocaments diferents. En primer lloc, s'ha analitzat la influència dels factors ecològics: intercanvis estacionals entre illes i l'estacionalitat dels contactes. En segon lloc, s'ha provat el paper potencial que podria tenir cada espècie de ratapinyada com a clau per a la persistència d'EBLV-1. Finalment, s'ha aplicat un mètode d'anàlisi de sensibilitat global per identificar els factors més influents (incloent ecològics i epidemiològics) en la persistència d'EBLV-1.

Obtenció de mostres biològiques

L'estudi de l'estat sanitari de colònies de ratapinyades de Balears el vàrem iniciar l'any 1995. Les anàlisis víriques s'han fet al Centre de

Recerca en Infeccions Víriques, Illes Balears (CRIVIB) i a l'Institut Pasteur de París.

S'han analitzat sèrums i pòsits de mostres sanguínies. La sang s'ha obtingut fent una petita punció a la vena mediana a nivell de l'epífisi proximal del radi. A continuació s'ha col·locat una gasa estèril sobre la ferida i s'ha fet pressió amb els dits per facilitar la cicatrització. Les ratapinyades se'ls ha proporcionat aigua glucosada per via oral per prevenir la deshidratació i proporcionar compostos d'assimilació ràpida per obtenir energia. Les ratapinyades s'han amollat quan no hi havia signes de sagnat (Serra-Cobo et al., 2002; Amengual et al., 2007a).

Les mostres de sang s'han conservat a 4 °C durant unes hores. A continuació, s'ha centrifugat i separat el contingut cel·lular del sèrum. Les mostres serològiques i cel·lulars han estat conservades a -80 °C fins a ser analitzades.

Detecció d'anticossos i ARN víric

La tècnica emprada en la detecció d'anticossos d'EBLV és una adaptació de la prova ràpida de reducció de focus fluorescents (RFFIT) (Bourhy i Sureau, 1990). Cada anàlisi serològica s'ha repetit dues vegades per a cadascuna de les mostres i s'ha pres com a resultat la mitjana aritmètica de les dues repeticions. Per descartar falsos positius que siguin fruit de reaccions creuades, s'han considerat sèrums positius aquells que tenien una titulació superior a 27 a ambdues repeticions (Serra-Cobo et al., 2002; 2013).

Les fraccions cel·lulars sanguínies han estat analitzades amb la tècnica de la nRT-PCR. Les mostres positives han estat seqüenciades i posteriorment analitzades amb els programes Sequencher 10.1 i MEGA5.

Resultats

Dinàmica de les colònies estudiades

La cova d'en Curt és una cavitat menorquina situada en el terme municipal de Ferreries i allotja una important colònia d'hivern de *M. schreibersii*. És l'única cavitat d'hivernada que coneixem per aquesta espècie a les Illes Balears. La temperatura de la sala on hi ha la colònia de *M. schreibersii* varia considerablement durant l'hivern. El valor màxim enregistrat des del 10 de novembre de 2001 al 20 d'abril de 2002 va ser de 12,24 °C i el mínim de 5,33 °C. La temperatura mitjana va ser de 8,78 °C. Els valors observats a la cova d'en Curt són molt diferents de les temperatures enregistrades a la cavitat d'hivernació catalana de l'avenc del

TEMPERATURES MITJANES DIÀRIES

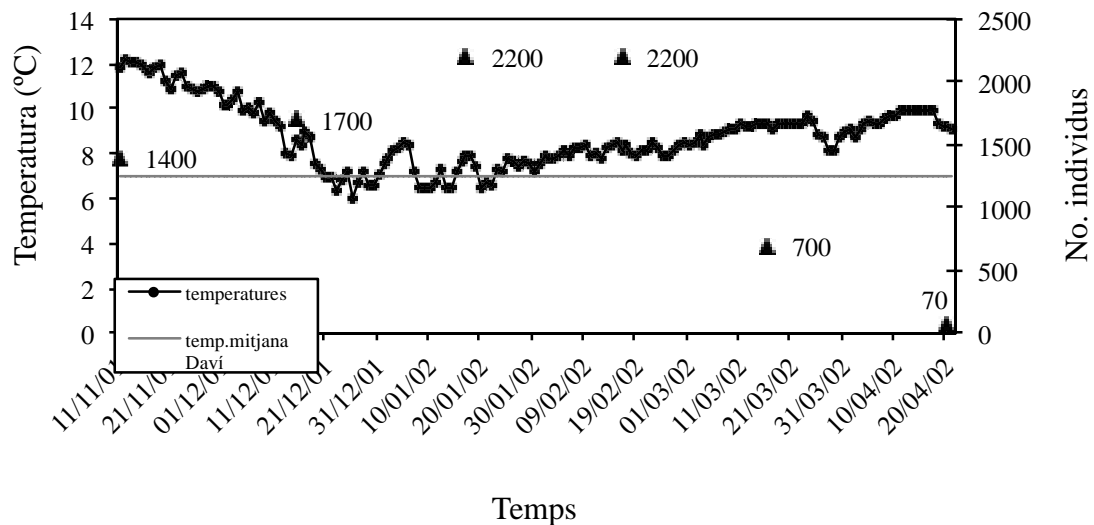


Fig. 1. Temperatures diàries enregistrades a la cova d'en Curt durant l'hivern 2001/2002. La línia gris correspon a la temperatura hivernal mitjana que hi ha a l'avenc del Daví, cavitat catalana situada al Parc Natural de Sant Llorenç del Munt. Els triangles mostren el nombre de ratapinyades que hi havia a la cova d'en Curt.

Daví on la temperatura mitjana és propera als 7 °C i les variacions tèrmiques són molt menors (Serra-Cobo *et al.*, 2000). La figura 1 il·lustra la temperatura mitjana diària enregistrada a la cova d'en Curt. Igualment, la gràfica mostra com el nombre màxim d'individus presents a la cova coincideix amb les temperatures mínimes de la cavitat. Quan la temperatura augmenta a l'interior de la sala la majoria de ratapinyades abandonen la cova i les que no marxen es desplacen cap a l'interior de la cavitat on troben més frescor.

Les ratapinyades arriben a la cavitat cap a finals de tardor i resten a la cova fins a finals d'hivern (abandonen la cova més o menys tard segons les condicions meteorològiques anuals). Un petit nombre de *M. capaccinii*, alguns *R. ferrumequinum* i *M. escalerae* també utilitzen aquesta cavitat com a refugi d'hivernada. Esporàdicament també s'hi pot trobar *Myotis emarginatus*. Els *M. schreibersii* de la cova d'en Curt tenen relació amb gran part de les localitats menorquines de primavera, estiu i tardor on és present l'espècie (cova de son Mestres, cova Polida de Binigaus, Túnel de Sant Felip), i en especial amb la cova Murada i la cova Marina de Ratapinyades. Els *M. capaccinii* de la cova d'en Curt també presenten una estreta relació amb la cova Murada i la cova Marina de Ratapinyades. També tenen relació amb la cova Polida de Binigaus.

L'estudi de la dinàmica poblacional de la cova d'en Curt ens han permès obtenir informació rellevant sobre *M. schreibersii*. El seguiment

anual de la colònia va possibilitar comprovar la gran mortalitat succeïda l'any 2003 i determinar-ne les causes. Una inundació total i sobtada de la cavitat es va produir el febrer i va provocar la mortalitat del 85 % dels individus de la colònia. És a dir, d'uns 2.200 *M. schreibersii* que hi havia abans de 2003 a la cova es va passar a uns 300 individus. A partir de 2003, es proposaren actuacions per evitar que es produís una catàstrofe similar, les quals foren dutes a terme pel servei de Protecció d'Espècies del Govern de les Illes Balears.

Els resultats obtinguts els anys posteriors mostren una lenta, però progressiva, recuperació de la colònia. L'esmentada recuperació es produeix principalment per quatre factors: (1) La taxa de supervivència mitjana de les ratapinyades de la cova d'en Curt és força elevada per a tots els individus ($0,816 \pm 0,02$) (Fig. 2). (2) El sex-ratio observat (percentatge de femelles respecte el nombre total) durant el període 2004-2011 fluctua entre 58 i 70 %. El major nombre de femelles respecte als mascles, implica un augment potencial de la taxa de natalitat i per tant un increment en la incorporació de nous individus a la població via natalitat. (3) La condició corporal dels individus a la sortida del període d'hivernació és millor que abans de la inundació, fet que pot incidir significativament en una menor taxa de mortalitat. Finalment, (4) es fa una protecció estricta de la colònia durant l'hivern. La cova Marina de ses Ratapinyades va ser descoberta per en Josep Márquez, membre de la Unió

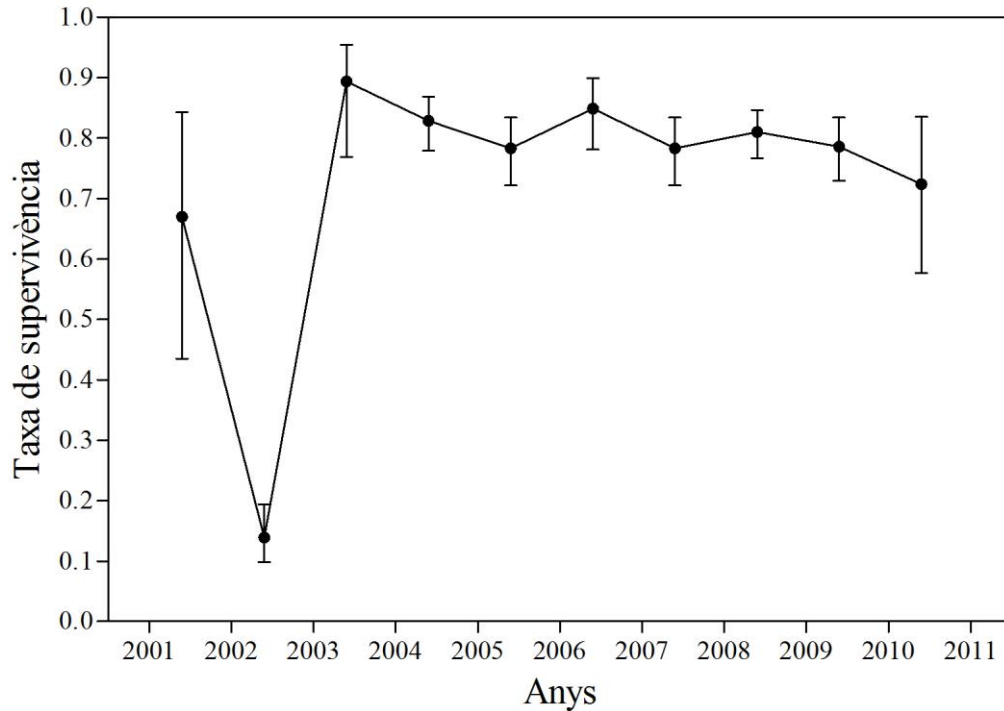


Fig. 2. Taxes de supervivència estimades per a la colònia de *M. schreibersii* de la cova d'en Curt durant el període 2001-2011.

Excursionista Menorquina, l'any 2007 i constitueix una localitat important per a la reproducció de *M. schreibersii* i *M. capaccinii* (Serra-Cobo et al., 2011). La cavitat està situada a la costa, en el terme municipal d'Alaior, i la seva entrada és per la mar. La cova alberga una colònia de cria formada per unes 400 ratapinyades de cada espècie. Els parts són a finals de primavera o a principis d'estiu, segons siguin les condicions meteorològiques anuals. Les ratapinyades d'aquesta cavitat costanera, especialment els *M. schreibersii*, tenen molta relació amb la colònia de la cova d'en Curt. Aquest fet queda ben palès si tenim en compte que el 100 % dels individus recapturats a la cova Marina de ses Ratapinyades provenien de la cova d'en Curt i el 54% dels individus anellats en aquesta cavitat marina varen ser posteriorment capturats a la cova d'en Curt. Les coves del Pilar són una de les localitats amb major importància quiropterològica de Mallorca degut al gran nombre d'espècies que s'hi refugien. Aquestes coves estan situades al terme municipal de Palma i constitueixen un complex entramat de galeries connectades entre la mateixa cova i dues antigues mines d'extracció de guix. La cavitat presenta actualment tres entrades practicables, dues de les quals són artificials. L'entrada principal va ser tancada per tal de regular l'accés i protegir la cavitat. Malauradament, la tanca ha estat malmesa en diverses ocasions. Els *M. schreibersii* utilitzen

aquesta cavitat com a refugi de primavera i probablement de tardor. Les ratapinyades arriben a la primavera formant agrupacions al voltant d'uns 300 individus (al mes de maig). Posteriorment, i gradualment, van abandonant el refugi. La majoria de ratapinyades (especialment les femelles) ja han marxat a mitjans de juliol i agost i només hi resten alguns individus aïllats (majoritàriament mascles). També hem observat la presència d'altres espècies: *M. myotis*, *M. escalerae*, *M. capaccinii*, *Plecotus austriacus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *R. ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros* i *Tadarida teniotis*.

S'ha comprovat desplaçaments de *M. schreibersii* entre les colònies de les coves del Pilar i de la cova de sa Guitarreta.

La cova de sa Guitarreta està situada al terme municipal de Llucmajor i allotja una colònia de reproducció pluriespecífica de *M. schreibersii*, *M. myotis* i alguns individus de *M. capaccinii*. Les colònies de reproducció estan situades al sostre de la cavitat separades per pocs metres o de vegades formant una sola pinya. El seguiment de la colònia durant 20 anys ens ha permès determinar que el període en què es produeixen la majoria de parts de *M. schreibersii* i *M. myotis*, és el mes de juny. També hem observat que el període de naixements pot avançar-se o endarrerir-se unes setmanes en funció de les condicions meteorològiques anuals. Cap a mitjans d'agost,

quan els juvenils ja volen i surten a caçar juntament amb els adults, les ratapinyades d'ambdues espècies abandonen la cavitat.

La colònia de *M. schreibersii* està relacionada amb les colònies de la cova de ses Ratapinyades, de la cova des Pilar i de la cova de can Sion. La colònia de *M. myotis* no té gaire relació amb la cova de ses Ratapinyades.

L'agrupació va disminuir molt l'any 2006 després que l'entrada de la cova quedés tapada per la vegetació. La tardor de 2006 es varen esmotxar les branques que impedièen l'entrada de les ratapinyades. El 2009 i 2010 es va observar una certa recuperació de la colònia de *M. myotis*, però els anys següents l'esmentada recuperació no va progressar. En canvi, si que s'ha recuperat la colònia de *M. schreibersii*, que de mica en mica ha augmentat en nombre d'individus i actualment està formada per unes 200 ratapinyades. L'any 2014, al veure que la colònia de *M. myotis* havia disminuït molt, sols es va fer una visita i no es varen prendre mostres biològiques de cap ratapinyada. Les dades que tenim indiquen que molt probablement una part de la colònia s'ha desplaçat cap a altres refugis.

La cova de ses Ratapinyades està situada al terme municipal d'Inca i allotja una important colònia de reproducció pluriespecífica de *M. myotis*, *M. schreibersii*, *M. capaccinii* i *M. escalerae* i en menor quantitat també hi són presents *R. ferrumequinum* i *R. hipposideros*. El nombre d'individus és força diferent segons quina sigui l'espècie. La més abundant és *M. myotis* (al voltant d'uns 700 individus) seguida per *M. schreibersii* i en menor nombre *M. capaccinii* i *M. escalerae*. Les dues espècies de rinolòfids tenen una representació testimonial.

Els resultats obtinguts durant tots aquests anys indiquen que *M. myotis*, *M. schreibersii*, *M. capaccinii* i *M. escalerae* són presents en aquesta cavitat durant el període d'abril fins l'agost. Tot i això, el major nombre d'individus per aquestes quatre espècies varia segons el mes que es consideri. Mentre que *M. myotis* sembla ser present amb un nombre important d'efectius durant els cinc mesos d'estudi, *M. schreibersii*, *M. capaccinii* i *M. escalerae* presenten majors abundàncies al juliol, maig i juliol-agost, respectivament. Aquesta variabilitat respon segurament als diferents períodes de cria de cada una de les espècies (*M. capaccinii* és de les tres espècies considerades la que cria més aviat).

Els *M. schreibersii* d'aquesta cavitat tenen una estreta relació amb la colònia que hi ha a la cova de can Sion. Els *M. capaccinii* de la cova de ses Ratapinyades estan molt relacionats amb la cova de Sant Martí i també amb la colònia de la cova de can Sion. Les recaptures d'animals anellats

semblen indicar que una part dels ratpenats de la cova de ses Ratapinyades, especialment els *M. myotis* i els *M. capaccinii*, va a caçar a l'Albufera.

Desplaçaments estacionals

Des de 1996 fins l'estiu del 2014 s'ha realitzat un total de 4.818 anellatges de ratapinyades i un total de 2.038 recaptures (42%), les quals han aportat informació sobre moviments estacionals i sobre la dinàmica de diverses colònies de Mallorca i Menorca.

Els estudis dels moviments estacionals de *M. schreibersii* han permès comprovar 18 trajectes diferents: 7 entre refugis de Mallorca, 10 a Menorca i 1 entre refugis de Mallorca i Menorca. Tretze trajectes s'han comprovat per a *M. capaccinii*, 6 entre refugis mallorquins, 6 entre refugis menorquins i 1 entre Menorca i Mallorca (Amengual *et al.*, 2007b). Respecte a *M. myotis*, s'han verificat tress trajectes, tots ells a Mallorca. Vuit trajectes s'han comprovat per a *R. ferrumequinum*, tots en cavitats menorquines. Finalment, s'ha comprovat un desplaçament de *Myotis emarginatus* a Menorca.

Resultats epidemiològics

S'ha detectat la presència d'*European Bat Lyssavirus* tipus 1 (EBLV-1) a les colònies de ratapinyades de les coves d'en Curt, Murada, de Ses Ratapinyades, de Sa Guitarreta i des Pilar. S'han trobat anticossos neutralitzants específics anti-EBLV-1 a *M. myotis*, *M. escalerae*, *M. capaccinii*, *M. schreibersii*, *R. ferrumequinum* i *T. teniotis*. S'ha obtingut ARN d'EBLV-1 a *M. myotis*, *M. escalerae*, *M. schreibersii*, *R. ferrumequinum* i *T. teniotis* (Serra-Cobo *et al.*, 2002; 2013). El seguiment epidemiològic mostra que hi ha colònies en què els percentatges de ratapinyades infectades, immunes i susceptibles de ser infectades es manté en una situació d'equilibri. Altres en canvi, els tants percents fluctuen significativament d'un any a un altre i segueixen cicles d'amplitud variable. Els estudis mostren que la taxa de supervivència de les colònies de *M. myotis* es manté constant malgrat que es produeixin infeccions víriques d'EBLV-1 a les colònies i, per tant, el passatge de virus per les colònies no produeix un augment significatiu de la taxa de mortalitat (Amengual *et al.*, 2007a).

Els resultats obtinguts indiquen que la seroprevalença contra EBLV-1 varia àmpliament segons sigui el mes de l'any. En aquest sentit, el juliol hi ha més probabilitat de trobar ratapinyades seropositives. La seroprevalença també difereix segons sigui la família de ratapinyades considerada, els

vespertiliònids són els que tenen més probabilitats de tenir individus seropositius, en comparació les famílies dels rinolòfids i dels molòssids.

La seroprevalença és major en les colònies mitjanes i grans que en les petites i també augmenta amb la riquesa d'espècies presents a la colònia. És a dir, hi ha més probabilitat de que una colònia tingui individus seropositius per a EBLV-1 quan aquesta és mitjana o gran i està formada per tres o més espècies.

El model metapoblacional per descriure la dinàmica de la circulació de EBLV-1 en colònies de ratapinyades ha mostrat que la persistència d'EBLV-1 no pot continuar si no existeix transmissió vírica entre *M. schreibersii* i altres espècies de ratapinyades que es refugien a les mateixes coves. Els resultats mostren la importància que té *M. schreibersii* en la dinàmica d'EBLV-1 entre colònies i entre espècies (Pons-Salort et al., 2014).

Discussió

El seguiment de les colònies de ratapinyades durant llargs períodes de temps, en el nostre cas més de vint anys a Balears, permet observar les tendències demogràfiques que segueixen les poblacions de les espècies de quiròpters. Les ratapinyades cavernícoles de les Illes Balears han hagut d'afrontar durant les darreres dècades importants canvis ambientals que han incidit en l'etologia i l'ecologia de les espècies, fet que s'ha traduït en variacions demogràfiques de les poblacions i en canvis en la utilització del territori. Així per exemple, coves freqüentades per ratapinyades fa unes dècades, ara no són utilitzades degut a l'elevada freqüentació humana i a la degradació de les condicions ambientals. Els resultats mostren la tendència de les poblacions de quiròpters a agrupar-se en un menor nombre de refugis com a conseqüència de la pèrdua d'hàbitat. Aquesta característica, observada en algunes espècies troglòfiles estrictes, com per exemple *M. schreibersii*, té summa importància en la conservació de les ratapinyades i, per tant, en les mesures de gestió a prendre. La concentració d'individus d'una espècie en un nombre reduït de refugis pot ser un risc per a la supervivència de la població. Qualsevol alteració dels refugis que allotgen grans colònies afectarà a un major nombre d'individus i tindrà un elevat impacte sobre la població. Això és el que va succeir el 2003 a la colònia de la cova d'en Curt que agrupava gran part dels *M. schreibersii* de tota Menorca. La mortalitat del 85% de les ratapinyades de la cova d'en Curt va posar en greu perill la supervivència de l'espècie a Menorca. Afortunadament, es feren actuacions per

impedir que es tornés a inundar la cova i es redactà i aplicà un pla de recuperació per a l'espècie. Les condicions que ofereix la cova d'en Curt als *M. schreibersii* són força precàries i fa que les ratapinyades siguin molt vulnerables durant l'hivern. La variabilitat de temperatura de la cova fa que les ratapinyades dormin durant períodes de pocs dies i hagin de sortir a caçar durant l'hivern. Per aquesta raó, és molt important que es faci una protecció estricta de la cova durant els mesos d'hivern i no es visiti la colònia des de finals de desembre fins a mitjan de febrer.

Els principals factors que incideixen negativament sobre les poblacions de quiròpters cavernícoles són de dos tipus:

- Els d'origen antròpic, és a dir factors causats per alteracions degudes a l'activitat humana.
- Els factors d'origen natural, que són deguts a causes alienes a l'activitat humana i que actualment són minoritaris.

Els factors d'origen antròpic són molt diversos i alteren les condicions ambientals dels refugis o de les zones de caça. S'inclouen dins d'aquest grup l'augment de la freqüència humana a coves i avencs (factor que ha augmentat molt a Balears degut al turisme i els esports d'aventura), els incendis forestals, la restauració de cases de camp i esglésies, els efectes del canvi climàtic (per exemple pluges torrencials fora d'època com les que es produïren el febrer de 2003 a Menorca) i la creixent urbanització, entre d'altres. Aquestes alteracions solen originar la pèrdua o la fragmentació d'hàbitat de les espècies. El principal factor que altera les condicions ambientals és l'elevada freqüentació humana, la qual ha incrementat notablement en les darreres dècades. L'esmentada freqüentació ha comportat major pressió sobre les poblacions de quiròpters degut a contínues pertorbacions o fins i tot degut a actes vandàlics. La magnitud de la pressió és directament proporcional a la facilitat d'aproximació i d'exploració de la cavitat. Així per exemple, les coves properes a camins o carreteres i de curta i fàcil exploració són les que solen presentar majors alteracions i menor probabilitat de trobar-hi colònies de quiròpters. També cal tenir present l'increment urbanístic que hi ha hagut les darreres dècades a les Illes Balears. En aquest sentit, coves que abans es trobaven allunyades de nuclis habitats ara són properes a urbanitzacions, per exemple l'avenc d'en Corbera o la cova d'en Bessó.

L'impacte negatiu és especialment acusat si les colònies de ratapinyades són de cria o d'hibernació, agrupacions molt sensibles a les alteracions ambientals. En aquest sentit, són nombrosos els refugis de cria que han estat abandonats aquestes darreres dècades fruit de

les alteracions ambientals. En trobem exemples a totes les illes del nostre arxipèlag. La colònia de *M. myotis* ha disminuït molt des de 2006 en que l'entrada estava obturada per la vegetació. El creixement de la vegetació està relacionat probablement amb el canvi en els usos de la finca, abans rural i ara turística. És important recuperar aquesta colònia de *M. myotis*.

Els factors d'origen natural són poc freqüents en comparació als d'origen antròpic. Aquí trobaríem, per exemple, l'obstrucció de l'entrada d'alguna cova litoral degut a l'enfonsament del penya-segat.

La tendència de les poblacions de quiròpters a agrupar-se en un menor nombre de refugis no tan sols té importància des d'un punt de vista de conservació. Els resultats dels estudis epidemiològics mostren que les colònies grans i pluriespecífiques tenen més probabilitat de tenir ratapinyades seropositives per a EBLV-1 (han estat exposades al virus EBLV-1), especialment si són d'estiu. En aquest sentit, els resultats indicarien que si la tendència a concentrar les poblacions en unes poques colònies grans prosseguís, probablement també augmentaria la probabilitat de tenir colònies on hi circulés EBLV-1. Aquest és un factor que s'hauria de tenir en compte alhora de gestionar les colònies de ratapinyades. En resum, cal tenir en compte que les alteracions ambientals no tan sols tenen importància perquè produeixen la pèrdua d'hàbitats i de biodiversitat, si no també perquè poden tenir importants conseqüències epidemiològiques. Podríem dir que la conservació del patrimoni faunístic (en aquest cas de les poblacions de ratapinyades), va més enllà de la protecció de la biodiversitat, ja que contribueix a la prevenció de certes les malalties emergents que poden afectar als humans.

Bibliografia

- Amengual, B., Serra-Cobo, J., Audry, L., Larrous, F. i Bourhy, H. 2003. Bilan de 10 années de surveillance de la rage dans des colonies espagnoles de chiroptères. *Epidémiol. et Santé Anim.*, 43: 11-17.
- Amengual, B., Bourhy, H., López-Roig, M. i Serra-Cobo, J. 2007a. Temporal dynamics of European Bat Lyssavirus type 1 and survival of *Myotis myotis* bats in natural colonies. *PLoS ONE*, June, Issue 6, e566.
- Amengual, B., López-Roig, M. i Serra-Cobo, J. 2007b. First record of seasonal over sea migration of *Miniopterus schreibersii* and *Myotis capaccinii* between Balearic Islands (Spain). *Acta Chiropterologica*, 3: 319-322.
- Amengual, B., López-Roig, M., Mas, O., González, J. i Serra-Cobo, J. 2007c. Mitochondrial DNA analysis of five species of bats in the Balearic Islands. *Bull. Soc. Nat. Balears*, 50: 269-277.
- Amengual, B., Bourhy, H., López-Roig, M. i Serra-Cobo, J. 2008. Active monitoring of EBLV infection in natural colonies of the mouse-eared bat (*Myotis myotis*). *Int. J. Dev. Biol.*, 131: 530-536.
- Bourhy, H. i Sureau, P. 1990. Rapid fluorescent focus inhibitions test (RFFIT). In: Commission des Laboratoires de Référence et d'Expertise, editors. *Méthodes de Laboratoire pour le Diagnostique de la Rage*. Paris: Institut Pasteur. 191-193 pp.
- Calisher, C.H., Childs, J.E., Field, H.E., Holmes, K.V. i Schountz, T. 2006. Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. *Clin Microbiol Rev.*, 19: 531-545.
- Drexler, J.F., Corman, V.M., Wegner, T., Fumie, A., Melin, R., et al. 2011. Amplification of emerging viruses in a bat colony. *Emerg Infect Dis.*, 17: 449-456.
- Jones, G., Jacobs, D.S., Kunz, T.H., Willing, M.R. i Racey, P.A. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endan. Species Res.*, 8.
- Pons-Salort, M., Serra-Cobo, J., Jay, F., López-Roig, M., Lavenir, R., Guillemot, D., Letort, V., Bourhy, H. i Opatowski, L. 2014. Insights into Persistence Mechanisms of a Zoonotic Virus in Bat Colonies Using a Multispecies Metapopulation Model. *PLoS ONE*, 9(4): e95610.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B., Abellán, C. i Bourhy, H. 2002. European bat Lyssavirus infection in Spanish bat populations. *Emerg Infect Dis.*, 8: 413-420.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B., Abellán, C. i Bourhy, H. 2002. European Bat Lyssavirus Infection in Spanish Bat Populations. *Emerg. Infect. Dis.*, 8(4): 413-420.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B., López-Roig, M., Márquez, J., Torres, M., Ripoll, A., Sánchez, A. i Oliver, J.A. 2006. "Catorze anys d'estudis quiropterològics a les Illes Balears (1993-2006)". *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 49: 89-107.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B., López-Roig, M., Márquez, J., Bayer, X., Guasch, C., Sánchez, A. i Oliver, J.A. 2007. "Quinze anys d'estudis quiropterològics a les Illes Balears (1993-2007)". *Endins*, 31: 125-140.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B., Bourhy, H. i López-Roig, M. 2008a. Temporal dynamics of European Bat Lyssavirus type 1 and survival of *Myotis myotis* bats in natural colonies. Video publicat a *Scivee.tv*.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B., López-Roig, M. i Bourhy, H. 2008b. *Lyssavirus en quiròpters: estudi de la ràbia de les ratapinyades de les Illes Balears*. Documents de recerca en salut. Conselleria de Salut i Consum, Govern de les Illes Balears.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B. i López-Roig, M. 2008c. Evolución temporal de los lyssavirus y dinámica de las poblaciones de murciélagos. *Actas de las Jornadas para la conservación y gestión de los quirópteros*. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Extremadura, 41-45.

- Serra-Cobo, J., López-Roig, M., Bayer, X., Amengual, B. i Guasch, C. 2009. *Ratpenats. Ciència i mite*. Publicacions i edicions Universitat de Barcelona.
- Serra-Cobo, J., Bayer, X., López-Roig, M. i Seguí, M. 2011. Les ratapinyades de les Illes Balears: distribució, avaluació i estat sanitari de les poblacions. *Endins*, 17: 269-282.
- Serra-Cobo, J., López-Roig, M., Seguí, M., Sánchez, L.P., Nadal, J., Borás, M., Lavenir, R. i Bourhy, H. 2013. Ecological Factors Associated with European Bat Lyssavirus Seroprevalence in Spanish Bats. *PLoS ONE*, 8(5): e64467.
- Teeling, E.C., Springer, M.S., Madsen, O., Bates, P., O'Brien, S.J., et al. 2005. A molecular phylogeny for bats illuminates biogeography and the fossil record. *Science*, 307: 580–584.
- White GC. i Burnham KP. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46 (Suppl.): 120–139.